

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-53503

(43) 公開日 平成9年(1997)2月25日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 45/00	3 6 8		F 0 2 D 45/00	3 6 8 S
	3 6 6			3 6 6 Z
41/02	3 3 0		41/02	3 3 0 A
41/04	3 3 0		41/04	3 3 0 J
41/14	3 1 0		41/14	3 1 0 L

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-210680

(22) 出願日 平成7年(1995)8月18日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 山内 照夫

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 弁理士 武 顯次郎

(54) 【発明の名称】 エンジン燃焼制御装置

## (57) 【要約】

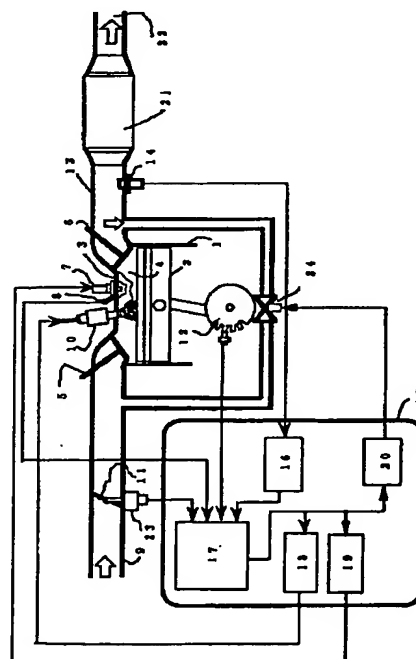
【目的】 気筒毎の燃焼圧力情報を基に、気筒毎の空気量を演算して、この空気量に見合った燃料を気筒内に直接供給し、燃焼が意図する状態になるように制御することができるエンジン燃焼制御装置を提供すること。

【構成】 気筒内圧センサ8を用い、気筒毎の圧力情報を基に、気筒毎の空気量を演算し、この空気量に見合った燃料を燃料噴射弁10により燃焼室4内に直接供給し、燃焼が意図する状態になるように制御する。この場合、スロットル弁開度の情報はエンジンの負荷関数として制御用の演算信号に利用し、更に、燃焼圧力波形のパターン、積分値、微分値から燃焼状態を知る上での必要な情報を引き出すことができる。

【効果】 実際にエンジンの各気筒内の燃焼圧力を検出しているため、燃焼に関係する要因を実時間で解析でき、燃料量、点火時期共、各気筒毎に最適な量を最適な時期に供給するような制御が実行できる。

【図1】

本発明で実施したエンジン制御システムの一例



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数気筒からなる内燃機関において、燃焼圧力信号を検出する手段、吸気管の集合部に装着した空気量を制御するスロットル弁の回転に呼応したスロットル弁開度センサの信号を検出、加工する手段を有し、エンジンの回転信号と前記燃焼圧力信号とからエンジンの運転状態を特定し、エンジンの燃焼、運転に係る燃料量、点火時期等を制御するエンジン燃焼制御装置。

【請求項2】 エンジンの各気筒の燃焼圧力信号を検出する手段において、吸気弁が閉じ、圧縮行程の特定のクランク角度2ヵ所の信号に対応する圧力信号を検出、記憶し、かつエンジン特有の物理値からピストン移動にともなう容積を算出し、前記演算した筒内圧力値とから気筒内の空気量を算出する請求項1のエンジン燃焼制御装置。

【請求項3】 エンジンの運転状態をスロットル弁開度、燃焼圧力信号の2パラメータで規定し、スロットル開度信号をエンジンの運転状況の信号として、とりわけエンジンの負荷信号として使用し、燃料量、点火時期を決定する請求項1のエンジン燃焼制御装置。

【請求項4】 エンジンの各気筒の燃焼圧力信号及び吸気管集合部に敷設したスロットル弁の開度信号に基づき、気筒ごとの燃焼室内に直接燃料を噴射供給する燃料噴射装置を制御する請求項1のエンジン燃焼制御装置。

【請求項5】 内燃機関の燃料供給系として、燃料量を計量する目的で高耐圧の電磁ソレノイド弁を各気筒に装着せしめて、前記演算空気量に基づいて燃料量を算出し、ある特定のタイミングにて直接気筒内の燃料を供給する請求項1のエンジン燃焼制御装置。

【請求項6】 前記電磁ソレノイド弁が冷却手段を備えていることを特徴とする請求項5のエンジン燃焼制御装置。

【請求項7】 内燃機関の燃焼圧力信号を検出する手段として、中空円筒体の内部に仕切板を設けて遮断し、燃焼圧力を受ける下部部分と、大気圧を受ける上部部分に分離し、各々の部分の外壁面に感圧抵抗素子を取り付け、それぞれの感圧素子をホイートストーンブリッジ回路に組み込み、エンジン周囲温度の影響を相殺したことを特徴とする請求項1のエンジン燃焼制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、エンジンの空燃比制御に必要な吸入空気量を気筒内圧の検出結果から得るようにしたエンジン燃焼制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】内燃機関、特に自動車のガソリンエンジンでは、排ガス浄化と、省エネルギーの見地から、高精度の燃料供給量制御が要求される。そこで、従来から、吸入空気量を正確に検出して燃料供給量を計算し、空燃比を制御する方法が広く採用されている。しかしなが

ら、吸入空気量は、吸気管の容積と流体の圧縮効果等に影響されるため、実際にエンジンの各気筒に吸入される空気の流量は推測の域を得ず、従って、従来技術では、正確な空燃比制御の点で、改良の余地を多く残していた。

【0003】さらに、近年、排気規制の強化、省資源の追及等により、より正確なエンジン制御が望まれ、特に排気の中で、地球環境破壊の元凶で、最も浄化しにくいHC(未燃の炭化水素)、NOx(窒素酸化物)の浄化対策が強く望まれている。

【0004】そこで、エンジンで発生したこれらHC、NOxについては、排気管に設置した三元触媒で浄化する方法や、エンジンの排気温度を高めて酸化促進を図ってHCを浄化し、さらに厄介なNOxについては、排ガス還流(EGR)装置により燃焼を抑止し、気筒内の窒素ガスが熱解離に到らない燃焼温度にならないようにする方法が従来から採用されていた。しかしながら、これらの方法は、いわば間接センシング手法によるエンジン制御であり、真の意味での排気浄化と燃費向上が得られているとは言えない。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来技術は、間接センシング手法によるものであり、エンジンの運転状態に正確に対応した制御について十分に配慮がされているとはいえず、精度の面で問題があった。すなわち、エンジン始動時(2分以内)に発生する大量のHC量を現行レベルの10%以内に低減すべき過酷な排気規制が1998年より施行されることになっており、これに対応するには精度の高い制御が必要になるが、従来技術では、対応できないのである。

【0006】本発明では、気筒毎の燃焼圧力情報を基に、気筒毎の空気量を演算して、この空気量に見合った燃料を気筒内に直接供給し、燃焼が意図する状態になるように制御することを目的としている。この場合、スロットル弁開度の情報はエンジンの負荷関数として制御用の演算信号に利用する。

【0007】更に、燃焼圧力波形のパターン、積分値、微分値から燃焼状態を知る上での必要な情報を引き出すことができ、ピーク燃焼圧力を示すクランク角度位置の信号は、従来、圧縮上死点後10~15クランク角度で出力最大になることが知られており、ピーク圧力点がこのクランク角度の範囲に入るような点火時期制御を行えば、トルク最大点での運転が実現でき、排気浄化、燃料経済性を大幅に向上することができる。

【0008】すなわち、エンジン燃焼圧力値、スロットル弁開度信号からエンジン負荷状況を推定し、総ての運転状態において最適燃焼が維持できる空燃比、点火時期に制御し、燃費、エミッションの課題を解決するものである。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的は、各気筒の燃焼圧力信号、スロットル弁開度信号から運転状態を検出し、いかなる運転状況に対しても燃料経済性及び排気浄化性を向上するようにして達成される。

【0010】さらに詳しく説明すると、本発明では気筒毎の圧力情報を基に、気筒毎の空気量を演算してこの空気量に見合った燃料を気筒内に直接供給し、燃焼が意図する状態になるように制御するようにしている。この場合、スロットル弁開度の情報はエンジンの負荷関数として制御用の演算信号に利用し、更に、燃焼圧力波形のバ

10      ーテン、積分値、微分値から燃焼状態を知る上での必要な情報を引き出すことができる。

【0011】一方、ピーク燃焼圧力を示すクランク角度位置の信号は、圧縮上死点後10-15クランク角度で出力最大になることが従来から知られており、ピーク圧力点がこのクランク角度の範囲に入るような点火時期制御を行えば、トルク最大点での運転が実現でき、排気浄化、燃料経済性を大幅に向上できる。そこで、本発明では、エンジン燃焼圧力値、スロットル弁開度信号からエンジン負荷状況を推定し、総ての運転状態において最適燃焼が維持できる空燃比、点火時期に制御し、燃費エミ

20      ッションの課題を解決するものである。

【0012】

【作用】本発明では、実際にエンジンの各気筒内の燃焼圧力を検出しているため、燃焼に関係する要因を実時間で解析でき、燃料量、点火時期共、各気筒毎に最適な量を最適な時期に供給するような制御が実行できる。この結果、より良い排気浄化と燃費向上が得られることになる。

30      【0013】また、このように、本発明によれば、実際にエンジンの気筒内の圧力を検出しているため、燃焼に関係する要因を実時間で解析でき、燃料量、点火時期とも各気筒毎に最適な量を最適な時期に供給するような制御が実行可能になり、このため、燃料経済性、有毒排出ガスに関与する因子である、空燃比、点火時期及びEGR量を精度よくコントロールできるため環境保全にも有効である。そして、この結果、エンジン始動時(2分以内)に発生する大量のHC量を現行レベルの10%以内に低減すべき過酷な排気規制が、いずれ施行されることになって、充分に対応することができる。

40      【0014】

【実施例】以下、本発明による気筒内圧センサを用いたエンジン制御装置について、図示の実施例により詳細に説明する。図1は本発明の一実施例で、図において、1はエンジンを表わし、これには、ピストン2、シリンダ3で構成される燃焼室4があり、この燃焼室4には吸気弁5、排気弁6が装着されている。そして、燃焼室4内に導かれた混合気は点火プラグ7によって点火される。シリンダ3には、圧力を検出する気筒内圧センサ8が装着され、これにより、多気筒エンジンに於いては、気筒

の数だけ気筒内圧センサ8が装着されることになる。

【0015】この実施例は、いわゆる気筒内直接噴射方式のエンジンを対象としたものであり、このためシリンダ3の頭部には、燃料を計量し噴射する燃料噴射弁10が装着されており、これにより燃料は最適なタイミングで各シリンダ内に直接供給されるようになっている。そして、このときの燃料は、図示されていない燃料ポンプにより一定の燃料圧力に加圧されて供給されるようになっているが、このように、気筒内に燃料を直接供給する直接噴射方式では、燃料の圧力を或る程度以上にしないと燃料の霧化の程度が悪くなり、シリンダ壁面への燃料衝突が生じ、液膜が形成されてしまうことになるので、50気圧〜100気圧の圧力が必要である。

【0016】吸気管9には、アクセルペダル(図示されていない)の動きに応じて回転するスロットル弁11と、その開度を検出する弁角度センサ23があり、弁角度センサ23の信号はコントローラ15に入力され、演算によりエンジン1の負荷を推定するのに使用される。エンジン1のクランク軸にはクランク角度センサ12が設けてあり、この信号がコントローラ15に入力され、エンジン回転速度が計算される。また、気筒内圧センサ8の信号と、排気管13内の酸素濃度から空燃比を計測する酸素濃度センサ14の信号もコントローラ15に取り込まれ、空燃比の演算回路16にて演算処理され、総合演算部17にて演算された後に、燃料噴射装置指令回路18、点火装置指令回路19、及びEGR装置指令回路20に指令が出されて、各装置は最適な状態に制御されることになる。

30      【0017】エンジン1から吐出された排気ガスは排気管13に装着した触媒装置21を介してテールパイプ22から外気へ排出されるが、このとき、排気管13と吸気管9とを結ぶ還流路に設けてあるEGR弁24の開口面積が、コントローラ15により気筒内圧センサ8の信号に基づいて計量、制御され、これにより所定量の排気ガスが吸気管9内に還流される。そして、これによる不燃ガス混合効果に基づいて燃焼温度が下げられ、NOx排出量を低減させるようになっている。

40      【0018】次に、この実施例の動作について説明する。エンジンの気筒内の代表的な圧力波形は図2に示すようになり、これから明らかなように、一般に燃焼圧力波形はクランク角度に対して山形を呈し、圧縮、爆発、排気、吸入のそれぞれの行程で異なった圧力波形になり、圧縮上死点後に燃焼によるピーク圧力値がくるが、非燃焼時には上死点を最大値とする左右対象の圧力波形になることが示されている。

【0019】そこで、この図2に示されていることから、次のことが判る。

#### ① 圧縮行程

50      吸気弁は閉じており、この期間の任意の2点から充填空気量が演算できる。

## ② 爆発行程

ピークになる前の圧力上昇間の勾配から熱発生率が演算でき、気筒内の燃料量の燃え質量が演算できる。ピーク圧力値からは燃焼最高温度を演算で求められる。ピーク圧力のクランク角度を監視することにより、トルク最大点火時期を求めることができる。さらに、爆発行程のある特定の期間の波形積分値はエンジンの出力、トルクとの相関があることが判っている。

## ③ 排気行程

この行程の信号からは排気温度、残留ガス量等が推定できる。 10

## ④ 吸気行程

吸気管内の圧力を参考にしながら、EGR量、吸入空気量を演算で求めることができる。

【0020】このように、気筒内圧からは、演算により種々の燃焼に関する情報が得られ、最適なエンジン制御が可能になるが、実時間で吸入空気量を算出するには、吸気行程の圧力信号を使用して計算するのが最適である。なぜなら、その後に燃料を直接その気筒に供給する 20 わけで、最適な燃料量が供給されることになるからである。

【0021】図3は、自動車用エンジンの吸排気弁の開弁時期、閉弁時期の一例をクランク角度で示してもので、開閉時期はエンジンのカムシャフトの形状で定まり、ほぼ普遍的である。従って、コントローラ15のROMに、予めクランク角度で開弁時期、閉弁時期を記憶しておき、このクランク角度信号に同期して気筒内圧センサ8の信号をコントローラ15に取り込めば、吸入空気量の算出に必要な圧力値が得られ、各シリンダ毎の空気量を決定することができる。そこで、この実施例では、図4に示すように、圧縮行程の点火時期前のA、Bの2個所で、クランク角度により圧力信号を取り込み、これらの差圧圧力値から気筒内の空気量を計算するように構成してある。

【0022】まず、吸気弁5が閉じてピストン2が圧縮行程に入った直後の気筒内の圧力信号値を、クランク角度Aの時点で取り込み記憶する。次に、ピストン2がさらに上昇して点火プラグ7で点火される前の圧力信号値をクランク角度Bの時点で取り込み、この値から前記のクランク角度Aにおける圧力信号値を差引いた値 $\Delta P$ を 40 演算で求める。そして、この $\Delta P$ 値により、予め $\Delta P$ と吸入空気量の関係を記憶しておいた図5に示すようなテーブルを検索し、これにより、 $\Delta P$ 値から実空気量を求めるのである。

【0023】ここで、具体的なクランク角度Aとしては、図3から、吸気弁5が閉じた瞬間で死点後48度、クランク角度Bとしては、同じく図3から、点火時期前で上死点前50~60度の間になる。

【0024】この実施例では、さらに別の方式で吸入空気量を演算するようにしても良い。すなわち、 $\Delta PV =$  50

$nRT$ という関係式から気筒内の実際の空気量容積が換算できるので、これに温度の補正を施してやれば、吸入された空気の重量が求まる。

【0025】そこで、以上のようにして算出した空気量に対応した量の燃料を噴射弁10からシリンダ3の燃焼室4内に噴射する。このとき、エンジンの運転状態に応じて燃料量を調整し、意図した空燃比になるように制御するのは、勿論のことであるが、さらにここで、エンジンの排気管13に設けてある空燃比センサ14の信号を用いることにより、さらに精密な燃料量制御が実行できる。

【0026】ここで、クランク角度Aからクランク角度Bまでピストン2が移動したことによる容積は、エンジン固有の定数として求められ、さらに、 $\Delta P$ （圧力上昇分）は燃焼圧力センサの2ヵ所の信号値より計算でき、気筒内の空気密度が分かるので、気筒内の空気量を求めることができるが、この過程をフローチャートで示すと図6の如くなる。すなわち、固定されたクランク角度A、クランク角度Bにおける筒内圧力を気筒内圧センサ8によって計測し、事前にエンジン固有の物理値から求めた移動行程間（クランク角度A及びクランク角度B間）の容積変化値の積から空気量をもとめるが、周囲の温度の影響を考慮した形で実空気量が求められる。次に求めた空気量に基づいて燃料量を演算するが、一般にエンジンは空気と燃料の重量比、すなわち空燃比で規定した混合気濃度が燃費、排気レベルに影響するので、予め定めた空燃比に合うように前記計算した空気量と規定された空燃比から燃料量を算出して、燃料噴射弁に作動指令を出す。

【0027】図1の実施例では、コントローラ15から、機関に装着されている気筒毎の燃料噴射弁10に、時系列的に噴射の指令が出され、この指令に沿って燃料噴射弁10が作動する。

【0028】図7は、燃料噴射量をパラメータとして、スロットル弁開度と筒内の差圧 $\Delta P$ の関係を示したもので、差圧 $\Delta P$ の値とスロットル開度によって燃料噴射弁の開口時間幅を規定しておけば、各運転状態に応じて、差圧 $\Delta P$ の値とスロットル開度のセンサ信号値から規定した燃料量が瞬時に演算でき、各気筒に適切に供給することができる。

【0029】点火時期制御についても、図7に示した燃料噴射量の場合と同様、点火時期をパラメータとして、スロットル弁開度と筒内の差圧 $\Delta P$ の関係でコントローラ中の記憶装置に予め記憶しておき、この記憶値と、前記のパラメータとした時のスロットル弁開度と筒内の差圧 $\Delta P$ のそれぞれのセンサの信号検出により、点火時期を決定することができる。

【0030】次に、スロットル弁開度と気筒内圧センサの信号によるエンジン制御について説明する。スロットル弁開度には、運転者の意図が含まれている。そこで、

コントロールユニット15は、弁角度センサ23の信号を取り込み、それにより負荷量が推定されると同時に、気筒内の空気量が演算され、前記負荷量とこの気筒内の圧力から燃料量が演算され、気筒内に適正な燃料量が供給されるようになる。図8は、実際の信号処理を示すエンジン制御機能ブロック図で、エンジン1から得られるスロットル弁開度、燃焼圧力、クランク角度の確信信号はそれぞれエンジン負荷、気筒内空気量と燃焼ピーク圧力位置、及びエンジン回転数を算出するのに使用される。

【0031】その後、演算、制御指令として運転状況認識を行いつつ燃料量、点火時期等が制御されることになる。このとき、上記したように、エンジンの排気管に敷設した空燃比を計測するセンサの信号をコントロールユニット15に取り込めば、さらに精度を高めて空燃比制御が実施できる。以上のようにして、本発明の実施例によれば、気筒内圧センサ8の信号により精度のよいエンジン制御が得られるのであるが、ここで、この実施例では、この気筒内圧センサ8として、以下に説明するセンサを用いているのが特徴である。

【0032】図9は、本発明で使用されている気筒内圧センサの一実施例で、同図(a)は縦断面図、(b)はA-A'線による横断面図で、これらの図において、30は円筒部材、31は仕切り部、32は第1のセンサ素子、33は第2のセンサ素子、34は外套部材、35は雄ねじ部、36は蓋部材、そして37は封止部材である。

【0033】円筒部材30は、例えば鋼など、所定の剛性を有する金属材料で作られているもので、その内部のほぼ中央には、この円筒部材30の内部を圧力検出部Xと温度検出部Yとに分割する仕切り部31が形成され、且つ、その圧力検出部X側の外側端部には、エンジンのシリンダヘッドなどに取付けるための雄ねじ部35が形成されているものである。

【0034】第1のセンサ素子32と第2のセンサ素子は、何れも、例えば抵抗線ひずみ計用の抵抗素子で構成されており、このうち第1のセンサ素子32は円筒部材30の圧力検出部Xの外周面に取付けられ、第2のセンサ素子33は円筒部材30の温度検出部Yの外周部に取付けられている。外套部材34は、例えばプラスチック材などで作られ、蓋部材36、封止部材37と共にセンサ全体を覆い、保護する容器として機能するようにしたものである。次に、この気筒内圧センサ8の動作について説明する。この気筒内圧センサ8は、その圧力検出部Xがエンジンのシリンダ内に連通するようにして、取付用の雄ねじ部35により、エンジンの例えばシリンダヘッドなどに取付けて使用される。そこで、エンジンが運転されシリンダ内の圧力が変化すると、この圧力変化に応じて、円筒部材30の圧力検出部X内の圧力も変化し、この結果、円筒部材30の圧力検出部Xには応力が働き、圧力に応動して膨張、収縮し、径方向の寸法が変

化する。

【0035】円筒部材30の圧力検出部Xには、第1のセンサ素子32が取付けられているから、シリンダ内の圧力に応じて圧力検出部Xの外径寸法が変化すると、この変化が第1のセンサ素子32により電気信号として検出されることになり、従って、気筒内圧センサとしての動作が得られることになる。

【0036】しかしながら、このとき、第1のセンサ素子32には温度依存性があるので、温度が変化すると、圧力の検出に誤差を生じてしまう。そこで、この実施例では、第2のセンサ素子33により温度補償が得られるようにしてあり、このため、図10に示すように、交流電源37と抵抗素子38、39を用い、第1のセンサ素子32と共にブリッジ回路が形成されるようにし、ている。このこの第2のセンサ素子33は、円筒部材30の温度検出部Yの外側に設けてあるが、この温度検出部Yは、圧力検出部Xと同じく円筒部材30の一部として作られているので、圧力検出部Xと同じ温度に保たれている。従って、この第2のセンサ素子33の温度も、第1のセンサ素子32の温度に等しくなっているので、図10に示すように、ブリッジ回路を用いることにより、温度変化の影響を受けることなく、シリンダ内圧を精度よく検出することができる。従って、この図9で説明した気筒内圧センサを用いることにより、本発明の実施例によれば、より良い排気浄化と燃費向上を確実に得ることができる。

【0037】なお、第1のセンサ素子32及び第2のセンサ素子33としては、上記実施例では抵抗線ひずみ計用の抵抗素子を用いているが、円筒部材30の外径変化が検出可能なら、どのようなセンサ素子でも良く、例えば、静電容量検出素子、磁歪素子、半導体歪検出素子などにより実施することができる。

【0038】ところで、図9の実施例では、円筒部材30の圧力検出部Xが、そのままエンジンのシリンダ内に連通されるようになっているが、この圧力検出部X内に、シリコンオイルなどの液体を充填させ、適当な金属薄板などの隔膜で塞ぎ、シリンダ内圧を、この隔膜と液体を介して円筒部材30の圧力検出部X内壁に作用させるようにしてもよい。円筒部材30の圧力検出部Xが、そのままシリンダ内に連通されていると、この圧力検出部Xの容積によって圧力共鳴が発生し、それによる誤動作の虞れが生じるが、ここに液体が充填されていれば、デッドボリュームが減じて気柱振動を抑えることができ、更に高い検出精度を得ることができる。

【0039】ところで、本発明では、上記したように、エンジンの気筒内に直接燃料を噴射するようにした燃料噴射弁が使用されている。そこで、本発明で使用する燃料噴射弁10の一例について、図11により以下に説明する。この図11において、燃料噴射弁10は、電磁コイル101とプランジャ102、バルブ103、プラン

ジャ１０２とバルブ１０３を連結するロッド１０５を備え、ロッド１０５には、リフトストップ１０４が取付けである。そして、このリフトストップ１０４には、プランジャ１０２が電磁コイル１０１が発生する磁気により図で上方に引き上げられたときのストローク量を規定するスベーサ１０６が介在されている。

【００４０】電磁コイル１０１の巻線は端子１０９を介して外部に引き出され、燃料噴射装置指令回路１８（図１）に接続されるようになっている。そして、燃料噴射弁１０の内部は、燃料供給部１１０を介して図示していない燃料ポンプに連結され、気筒内に燃料を噴射するのに充分な高い圧力の燃料が導入されるようになっている。

【００４１】１１１は弁座で、これにバルブ１０３がスプリング１０７により押し付けられるようになっている。そして、この弁座１１１には、燃料を噴射するノズル１１２が取付けられ、燃料噴射弁１０の本体に固定されている。そこで、電磁コイル１０１に電流が供給されると、電磁コイル１０１が磁界を発生し、これによりプランジャ１０２に電磁力が発生し、プランジャ１０２はスプリング１０７の弾力に抗して上方に引き上げられ、バルブ１０３が弁座１１１から離されるので、燃料がノズル１１２から気筒内に噴射されることになる。

【００４２】ところで、このような気筒内に直接燃料を噴射するための燃料噴射弁では、それが気筒に直接取付けられ、その先端にある弁座１１１とノズル１１２、それにバルブ１０３などは、燃焼室内の高温に曝され、その温度は例えば３００℃にも達する。

【００４３】従って、何らかの冷却手段を施さない限り耐久性が無く、実用的ではない。そこで、この燃料噴射弁１０では、外側に外套部１１３を設けると共に、この外套部１１３に入口１１４と出口１１５を設けておき、内部に空気や液体などの冷媒を流通させて冷却が得られるようにしてある。

【００４４】従って、この燃料噴射弁１０によれば、先端部が高温になる虞れがなく、充分な耐久性をもたせることができる。なお、内部に冷媒を流通させる代わりに、内部に揮発性の液体を封入し、この液体の蒸発と凝結による潜熱を利用して熱を移動させ、冷却を行うようにした、いわゆる沸騰冷却を適用するにしてもよい。

【００４５】

【発明の効果】本発明によれば、スロットル弁開度信号とエンジンの気筒毎の燃焼状態を圧力信号で直接検出しているため、運転状態に合致し、意図している燃焼が行われているか否かが即座に判定でき、かつ燃料を気筒毎に最適供給する指令を制御回路から発することができることにより、特に燃料を直接エンジン気筒内に供給する内燃機関に適用することにより、燃料経済性、排気浄

化性の面から今後強化される地球温暖化防止に適合したシステムを得ることができ、燃費と排ガス浄化の向上が充分に図られ、環境悪化と化石燃料枯渇化を遅らせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明による気筒内圧センサを用いたエンジン制御装置の一実施例を示すブロック構成図である。

【図２】エンジンの気筒内圧波形の一例を示す特性図である。

【図３】エンジンの弁開閉時期の説明図である。

【図４】エンジンの気筒内圧による吸入空気量算出の説明図である。

【図５】本発明の一実施例で吸入空気量の算出に使用するテーブルの一例を示す説明図である。

【図６】本発明の一実施例による吸入空気演算処理を示すフローチャートである。

【図７】本発明の一実施例における気筒内圧差とスロットルバルブ開度の関係を示す特性図である。

【図８】本発明の一実施例におけるエンジン制御装置の機能ブロック図である。

【図９】本発明の一実施例で使用されている気筒内圧センサの説明図である。

【図１０】本発明の一実施例で使用している検出回路を示す回路図である。

【図１１】本発明の一実施例で気筒内直接燃料噴射に使用される燃料噴射弁の一例を示す断面図である。

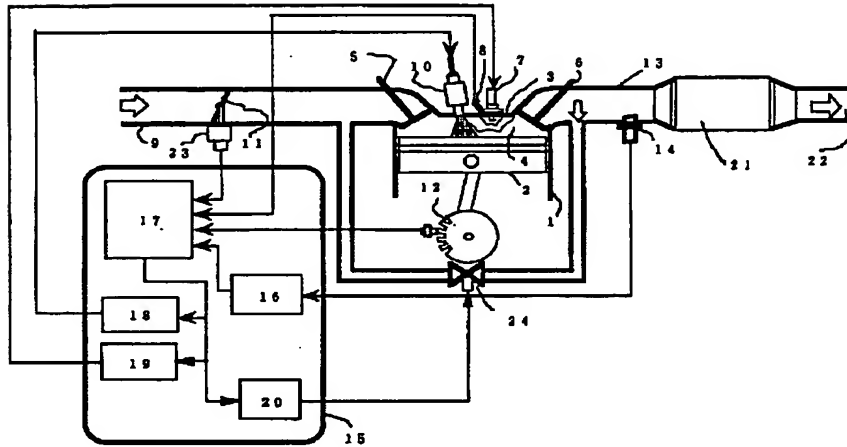
【符号の説明】

- １ エンジン
- ２ ピストン
- ３ シリンダ
- ４ 燃焼室
- ８ 気筒内圧センサ
- ９ 吸気管
- １０ 燃料噴射弁
- １１ スロットル弁
- １２ クランク角センサ
- １３ 排気管
- １４ 酸素濃度センサ
- １５ コントローラ
- ３０ 円筒部材
- ３１ 仕切り部
- ３２ 第１のセンサ素子
- ３３ 第２のセンサ素子
- ３４ 外套部材
- ３５ 雄ねじ部
- ３６ 蓋部材
- ３７ 封止部材

【図1】

【図1】

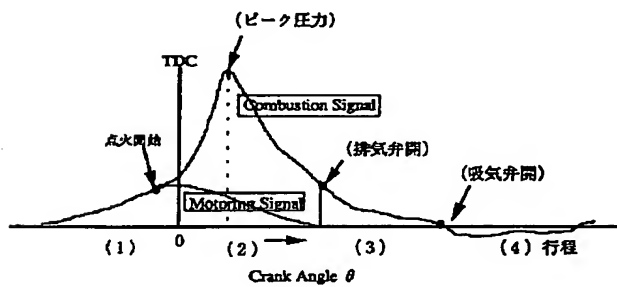
本発明で実施したエンジン制御全体構成の一例



【図2】

【図3】

【図2】



【図3】

6気筒エンジンの吸排気弁開閉時期の一例

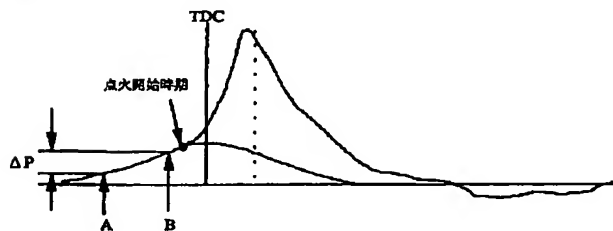
	開弁時期	閉弁時期
吸気弁	20 BTDC	45 ABDC
排気弁	60 BBDC	10 ATDC

BTDC: 上死点前、ATDC: 上死点后  
 BBDC: 下死点前、ABDC: 下死点后

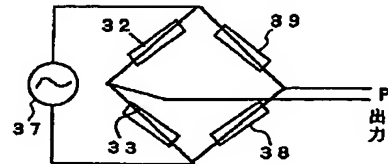
【図4】

【図10】

【図4】



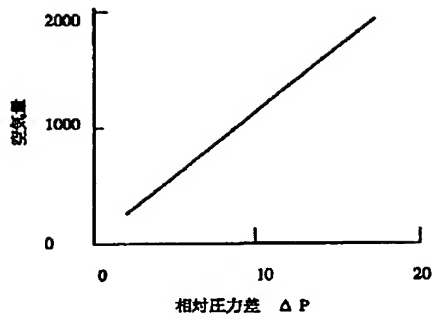
【図10】





【図5】

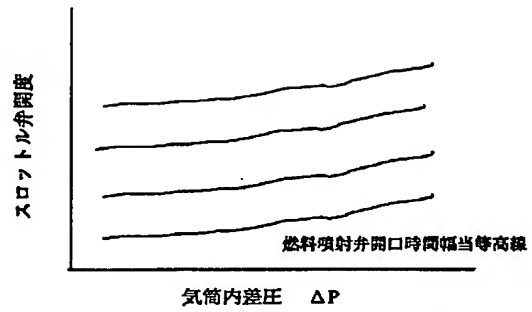
【図5】



吸気行程時の相対圧と空気量との相関

【図7】

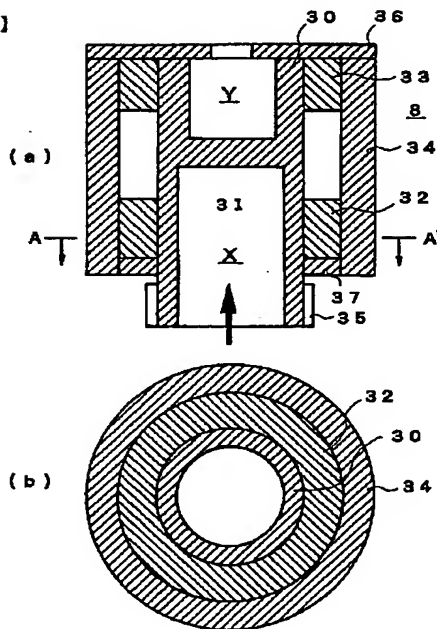
【図7】



気筒内差圧とスロットル弁開度の関係

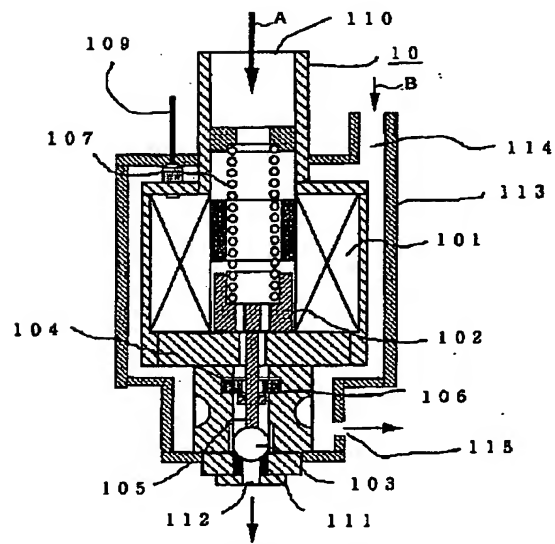
【図9】

【図9】



【図11】

【図11】

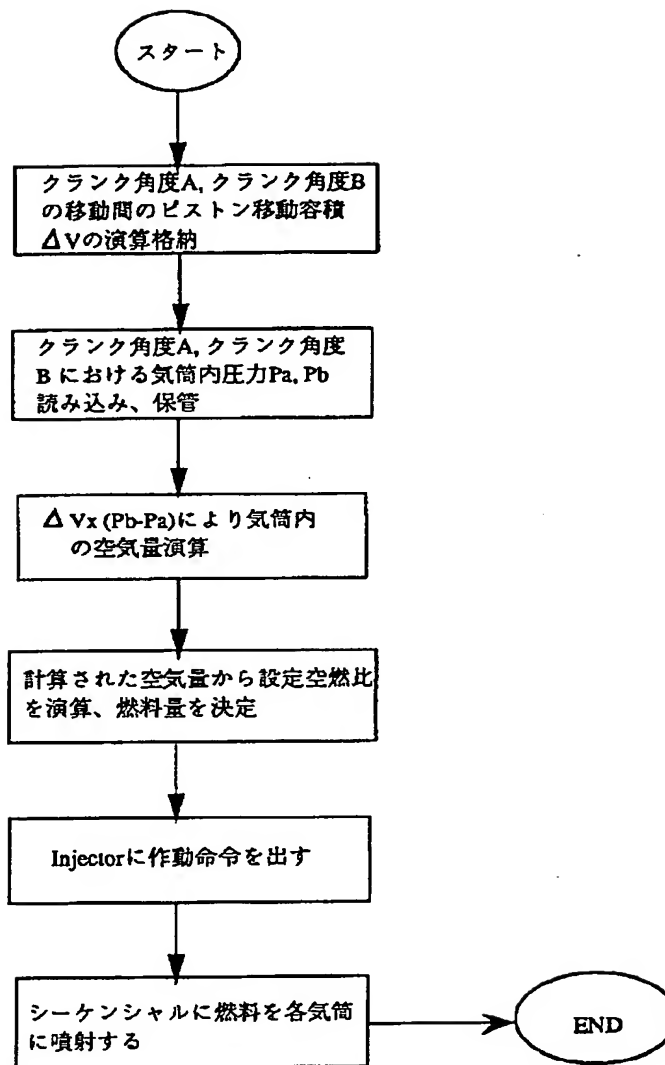


燃料直噴式噴射弁の構造



【図6】

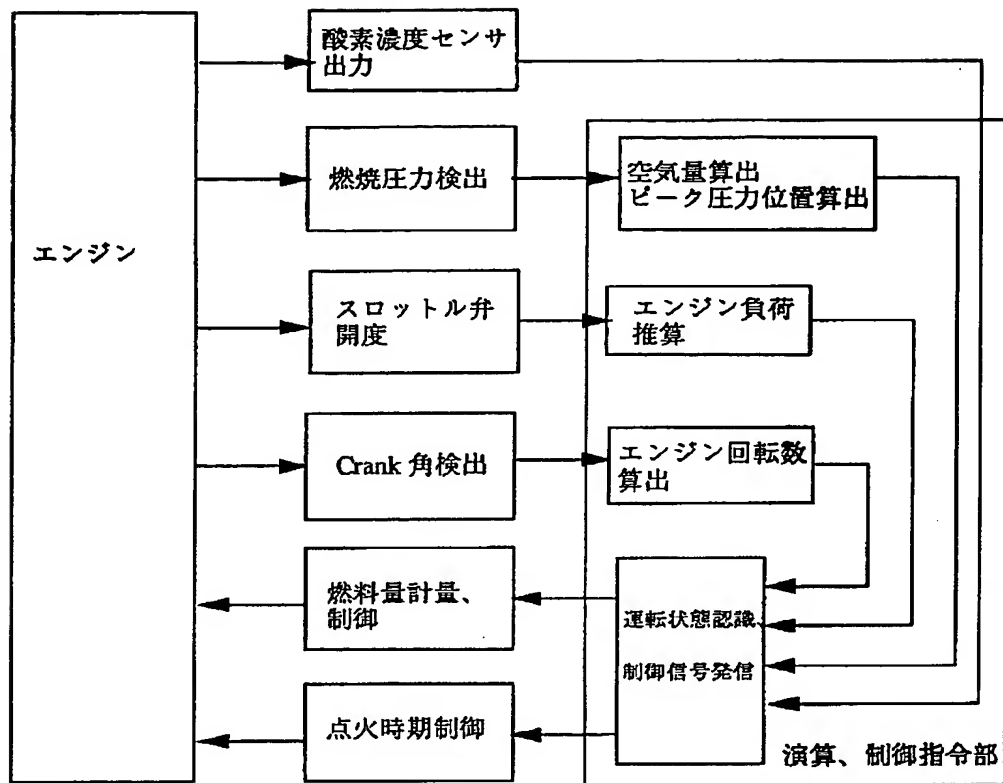
【図6】



空気量演算Flow Chartの一例

【図8】

【図8】



エンジン制御機能ブロック図

フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 D 41/36			F 0 2 D 41/36	A
43/00	3 0 1		43/00	3 0 1 H
				3 0 1 B
F 0 2 P 5/152			F 0 2 P 5/15	D
5/153				

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-053503

(43)Date of publication of application : 25.02.1997

(51)Int.Cl.

F02D 45/00  
 F02D 45/00  
 F02D 41/02  
 F02D 41/04  
 F02D 41/14  
 F02D 41/36  
 F02D 43/00  
 F02P 5/152  
 F02P 5/153

(21)Application number : 07-210680

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 18.08.1995

(72)Inventor : YAMAUCHI TERUO

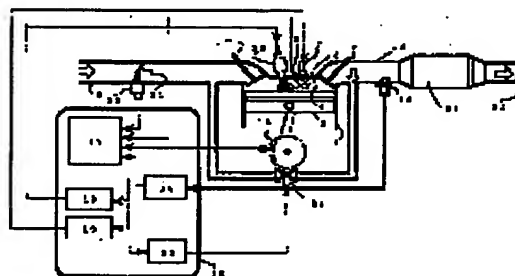
## (54) FUEL CONTROLLER OF ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To control combustion in its desirable state by calculating an air quantity per cylinder on the basis of combustion pressure information per cylinder and directly feeding a fuel quantity matching to the air quantity.

**SOLUTION:** Control is carried out to place combustion in its attempted state in such a manner as using a cylinder internal pressure sensor 8, calculating an air quantity per cylinder on the basis of pressure information per cylinder, directly feeding a fuel quantity, matching the abovementioned air quantity into a combustion chamber 4 by means of a fuel injection valve 10. In this case, it is possible to utilize a throttle valve opening information for a controlling calculating signal as the load function of an engine and further to draw out such information necessary for finding out a combustion state from a combustion pressure wave form pattern and integral value and differential value thereof.

Therefore, since the combustion pressure inside of each cylinder of an engine is practically detected, factors concerning the combustion can be analyzed in actual time, and such control can be practiced as supplying the optimum quantities at the optimum timing for every cylinder for both fuel quantity and ignition timing.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The engine combustion control system which has a means detects the signal of a sensor and process it in the internal combustion engine which consists of two or more cylinders whenever [ in response to rotation of the throttle valve which controls the air content with which the set section of an inlet pipe was equipped / means / detect a firing-pressure signal /, and throttle valve-opening ], specifies engine operational status from an engine revolution signal and said firing-pressure signal, and controls the fuel quantity related to engine combustion and operation, ignition timing, etc.

[Claim 2] The engine combustion control system of claim 1 which sets for a means to detect the firing-pressure signal of each engine cylinder, and detects and memorizes the pressure signal corresponding to two signals whenever [ crank angle / of the specification / an inlet valve / of closing and a compression stroke ], and computes the volume accompanying piston migration from a physical value peculiar to an engine, and computes the air content in a cylinder from said calculated cylinder internal pressure value.

[Claim 3] The engine combustion control system of claim 1 which specifies engine operational status with two parameters of a firing-pressure signal whenever [ throttle valve-opening ], especially uses a throttle opening signal as an engine load signal as a signal of an engine operation situation, and determines fuel quantity and ignition timing.

[Claim 4] The engine combustion control system of claim 1 which controls the fuel injection equipment which carries out injection supply of the direct fuel to the combustion chamber for every cylinder based on the opening signal of the throttle valve laid in the engine firing-pressure signal and the engine inlet-pipe set section of each cylinder.

[Claim 5] the electromagnetism of high pressure-proofing for the object which measures fuel quantity as an internal combustion engine's fuel-supply system -- the engine combustion control system of claim 1 which is made to equip each cylinder with a solenoid valve, computes fuel quantity based on said operation air content, and supplies the fuel in a direct cylinder to a certain specific timing.

[Claim 6] said electromagnetism -- the engine combustion control system of claim 5 characterized by equipping the solenoid valve with a cooling means.

[Claim 7] The engine combustion control system of claim 1 characterized by having formed and intercepted the dashboard inside the hollow cylinder object as a means to detect an internal combustion engine's firing-pressure signal, having separated into the lower part which receives a firing pressure, and the upper part which receives atmospheric pressure, having included the pressure-sensitive resistance element in the external wall surface of each part, having included installation and each pressure sensitive device in the Wheatstone bridge circuit, and offsetting the effect of an engine ambient temperature.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the engine combustion control system which acquired the inhalation air content required for engine Air Fuel Ratio Control from the detection result of cylinder internal pressure.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the gasoline engine of an internal combustion engine, especially an automobile, the amount control of fuel supply of high degree of accuracy is required as emission gas purification from the standpoint of energy saving. Then, the amount of fuel supply is calculated by detecting an inhalation air content to accuracy from the former, and the approach of controlling an air-fuel ratio is adopted widely. However, since an inhalation air content was influenced by the compression effectiveness of the volume of an inlet pipe, and a fluid etc., the flow rate of the air actually inhaled by each engine cylinder did not obtain a guessed region, therefore with the conventional technique, is the point of exact Air Fuel Ratio Control, and had left many room of amelioration.

[0003] Furthermore, more exact engine control is desired by the consolidation of an emission requirement, investigation of saving resources, etc., and a cure against clarification of HC (hydrocarbon of non-\*\*) and NOx (nitrogen oxides) which is especially the hardest to purify by the ringleader of a global environmental destruction in exhaust air is desired strongly in recent years.

[0004] Then, the approach of purifying with the three way component catalyst installed in the exhaust pipe about these [ HC and NOx ] which were generated with the engine and the method of inhibiting combustion with exhaust gas reflux (EGR) equipment about still more troublesome NOx by raising an engine exhaust-gas temperature and drawing purifying HC for acceleration of oxidation, and making it the nitrogen gas in a cylinder not become the combustion temperature which does not result in thermal dissociation were adopted from the former. However, so to speak, these approaches are engine control by the indirect sensing technique, and it cannot be said that exhaust air clarification in true semantics and the improvement in fuel consumption are obtained.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] The above-mentioned conventional technique is based on the indirect sensing technique, and could not say that consideration was fully carried out to engine operational status about the control corresponding to accuracy, but had a problem in respect of precision. That is, although high control of precision is needed for it being for the severe emission requirement which should reduce the amount of HC of the large quantity generated at the time of engine start up (less than 2 minutes) within 10% of the present level to age 1998, and to be enforced, and corresponding to this, it cannot respond with the conventional technique.

[0006] In this invention, based on the firing-pressure information for every cylinder, the air content for every cylinder is calculated, the fuel corresponding to this air content is directly supplied in a cylinder, and it aims at controlling to be in the condition that combustion means. In this case, the information on whenever [ throttle valve-opening ] is used for the operation signal for control as an engine load

function.

[0007] Whenever [ crank angle / which can pull out required information when getting to know a combustion condition from the pattern of a combustion pressure wave form, an integral value, and a differential value, and shows a peak firing pressure ] furthermore, the signal of a location Conventionally, becoming output max is known for whenever [ after / a compression top dead center / 10 - 15 crank-angle ], if ignition-timing control which goes into the range whose peak pressure power point is whenever [ this crank angle ] is performed, operation at the torque maximum point can be realized and exhaust air clarification and a fuel economy can be improved substantially.

[0008] That is, whenever [ engine firing-pressure value and throttle valve-opening ], an engine load situation is presumed from a signal, it controls at the air-fuel ratio and ignition timing which can maintain the optimal combustion in all operational status, and the technical problem of fuel consumption and emission is solved.

[0009]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned object detects operational status from a signal whenever [ firing-pressure signal / of each cylinder /, and throttle valve-opening ], and to any operation situations, a fuel economy and exhaust air clarification nature are attained, as it improves.

[0010] If it explains in more detail, he supplies directly the fuel which calculated the air content for every cylinder and balanced this air content in a cylinder based on the pressure information for every cylinder, and is trying to control by this invention to be in the condition that combustion means. In this case, the information on whenever [ throttle valve-opening ] can be used for the operation signal for control as an engine load function, and can pull out required information when getting to know a combustion condition from the pattern of a combustion pressure wave form, an integral value, and a differential value further.

[0011] On the other hand, whenever [ crank angle / which show a peak firing pressure ], becoming output max be know for whenever [ after / a compression top dead center / 10-15 crank angle ] from the former, and if ignition timing control which go into the range whose peak pressure power point be whenever [ this crank angle ] be perform, the signal of a location can realize operation at the torque maximum point, and can improve exhaust air clarification and a fuel economy substantially. So, in this invention, whenever [ engine firing-pressure value and throttle valve-opening ], an engine load situation is presumed from a signal, it controls at the air-fuel ratio and ignition timing which can maintain the optimal combustion in all operational status, and the technical problem of fuel consumption emission is solved.

[0012]

[Function] In this invention, since the firing pressure in each engine cylinder is detected actually, the factor related to combustion can be analyzed in the real time, and control whose fuel quantity and ignition timing supply the optimal amount for every cylinder at the optimal stage can be performed. Consequently, better exhaust air clarification and the improvement in fuel consumption will be obtained.

[0013] Moreover, since the pressure in an engine cylinder has be detect actually in this way according to this invention, can analyze the factor related to combustion in the real time, and activation of control to which fuel quantity and ignition timing supply the optimal amount for every cylinder at the optimal stage is attain, and since the air-fuel ratio, ignition timing, and the amount of EGR(s) which are a fuel economy and the factor which participates in poisonous emission gas for this reason are controllable with a sufficient precision, it is effective also in environmental protection. And even if the severe emission requirement which should, as a result, reduce the amount of HC of the large quantity generated at the time of engine start up (less than 2 minutes) within 10% of the present level will be enforced someday, it can fully respond.

[0014]

[Example] Hereafter, the example of a graphic display explains the engine control system using the cylinder internal pressure sensor by this invention to a detail. Drawing 1 is one example of this invention, in drawing, 1 expresses an engine, there is a combustion chamber 4 which consists of a piston



2 and a cylinder 3 in this, and this combustion chamber 4 is equipped with the inlet valve 5 and the exhaust valve 6. And the gaseous mixture drawn in the combustion chamber 4 is lit with an ignition plug 7. A cylinder 3 will be equipped with the cylinder internal pressure sensor 8 which detects a pressure, and will be equipped with the cylinder internal pressure sensor 8 only for the number of cylinders in a multiple cylinder engine by this.

[0015] For the so-called engine of the direct-injection method in a cylinder, for this reason, it is equipped with the fuel injection valve 10 which measures a fuel in the head of a cylinder 3 and is injected, and, thereby, this example is directly supplied for a fuel in each cylinder to the optimal timing. And in this way, although the fuel at this time is pressurized by fixed fuel pressure with the fuel pump which is not illustrated and is supplied, since extent of atomization of a fuel worsens, the fuel collision to a cylinder wall will arise and liquid membrane will be formed if the pressure of a fuel is not carried out more than a certain extent, the pressure of 50 atmospheric pressures - 100 atmospheric pressure is required for it in the direct-injection method which supplies a fuel directly in a cylinder.

[0016] There are the throttle valve 11 which rotates according to a motion of an accelerator pedal (not shown), and a valve angle sensor 23 which detects the opening in an inlet pipe 9, the signal of the valve angle sensor 23 is inputted into a controller 15, and it is used for presuming the load of an engine 1 by the operation. The sensor 12 is formed in the crankshaft of an engine 1 whenever [ crank angle ], this signal is inputted into a controller 15, and an engine speed is calculated. Moreover, after the signal of the cylinder internal pressure sensor 8 and the signal of the oxygen density sensor 14 which measures an air-fuel ratio from the oxygen density in an exhaust pipe 13 also being incorporated by the controller 15, and data processing's being carried out in the arithmetic circuit 16 of an air-fuel ratio and calculating them by the comprehensive operation part 17, a command will be taken out to the fuel-injection-equipment command circuit 18, the ignition circuit command circuit 19, and the EGR equipment command circuit 20, and each equipment will be controlled by the optimal condition.

[0017] Although the exhaust gas breathed out from the engine 1 is discharged from a tail pipe 22 to the open air through the catalyst equipment 21 with which the exhaust pipe 13 was equipped, at this time, the opening area of the EGR valve 24 prepared in the reflux way which connects an exhaust pipe 13 and an inlet pipe 9 is based on the signal of the cylinder internal pressure sensor 8 by the controller 15, and is measured and controlled, and, thereby, the exhaust gas of the specified quantity flows back in an inlet pipe 9. And combustion temperature is lowered based on the nonflammable gas mixture effectiveness by this, and a NOx discharge is reduced.

[0018] Next, actuation of this example is explained. Although the typical pressure wave form in an engine cylinder comes to be shown in drawing 2, a combustion pressure wave form presents Yamagata to whenever [ crank-angle ], and generally turns into a pressure wave form which is different in each stroke of compression, explosion, exhaust air, and inhalation after this so that clearly, and the peak-pressure value by combustion comes behind a compression top dead center, at the time of un-burning, becoming a pressure wave form for [ which makes a top dead center maximum ] right and left is shown.

[0019] Then, since it is shown in this drawing 2, the following thing is understood.

\*\* The compression stroke inlet valve is closed and can calculate a restoration air content from two points of the arbitration of this period.

\*\* A heat rate can be calculated from the inclination between the pressure buildups before an explosion line becomes a peak, the fuel quantity in a cylinder burns and mass can be calculated. From a peak-pressure value, a combustion maximum temperature is calculated by the operation. It can ask for the torque maximum ignition timing by supervising whenever [ crank angle / of a peak pressure ]. Furthermore, it turns out that the wave integral value of the specific period which is like an explosion line has an engine output and correlation with torque.

\*\* An exhaust air line can presume an exhaust-gas temperature, the amount of residual gas, etc. from the signal of this stroke.

\*\* The amount of EGR(s) and an inhalation air content can be calculated by the operation, referring to the pressure in an intake-stroke inlet pipe.

[0020] Thus, although the information about various combustion is acquired from cylinder internal

pressure by the operation and the optimal engine control is attained, in order to compute an inhalation air content in the real time, calculating using the pressure signal of an intake stroke is optimal. It is because a fuel will be directly supplied to the cylinder after that and the optimal fuel quantity will be supplied. [0021] Drawing 3 shows an example of the valve-opening stage of the induction-exhaust valve of car motor, and a clausilium stage by whenever [ crank angle ], and it is a thing, and a closing motion stage becomes settled in the configuration of an engine cam shaft, and is almost universal. Therefore, the valve-opening stage and the clausilium stage are beforehand memorized by whenever [ crank angle ] to ROM of a controller 15, if the signal of the cylinder internal pressure sensor 8 is incorporated for a controller 15 whenever [ this crank angle ] synchronizing with a signal, a pressure value required for calculation of an inhalation air content is acquired, and the air content for every cylinder can be determined. So, a pressure signal is incorporated by whenever [ crank angle ], and as shown in drawing 4, it constitutes from this example at two places, A in front of ignition timing of a compression stroke, and B, so that the air content in a cylinder may be calculated from these differential pressure pressure values.

[0022] First, the pressure signal value in a cylinder immediately after an inlet valve 5 closes and a piston 2 goes into a compression stroke is incorporated and memorized whenever [ crank angle ] at the event of A. Next, the pressure signal value before a piston 2 goes up further and is lit with an ignition plug 7 is incorporated whenever [ crank angle ] at the event of B, and it asks for value  $\Delta P$  which deducted the pressure signal value in A from this value whenever [ aforementioned crank angle ] by the operation. And with this  $\Delta P$  value, a table as shown in drawing 5 which memorized the relation between  $\Delta P$  and an inhalation air content beforehand is searched, and this calculates a real air content from  $\Delta P$  value.

[0023] Here, similarly as whenever [ concrete crank angle / A ], it consists of drawing 3 among 50 - 60 degrees in front of a top dead center before [ drawing 3 to ] ignition timing as whenever [ crank angle / B ] 48 degrees in the dead point in the flash which the inlet valve 5 closed.

[0024] You may make it calculate an inhalation air content by still more nearly another method in this example. That is, since the actual air content volume in a cylinder is convertible from  $\Delta PV = nRT$  and the relational expression which can be, if temperature is amended to this, the weight of the inhaled air can be found.

[0025] Then, the fuel of the amount corresponding to the air content computed as mentioned above is injected in the combustion chamber 4 of a cylinder 3 from an injection valve 10. It controls further here to become the air-fuel ratio which adjusted and meant fuel quantity according to engine operational status at this time, and although it is a matter of course, it can perform still more precise fuel quantity control by using the signal of the air-fuel ratio sensor 14 formed in the engine exhaust pipe 13.

[0026] Here, since the volume by the piston 2 having moved from whenever [ crank angle / A ] to whenever [ crank angle / B ] is called for as a constant of an engine proper,  $\Delta P$  (a part for a pressure buildup) can be further calculated from the signal value of two places of a combustion pressure sensor and the air density in a cylinder is known, the air content in a cylinder can be calculated, but if a flow chart shows this process, it will become like drawing 6. That is, the cylinder internal pressure in B is measured by the cylinder internal pressure sensor 8 whenever [ crank angle / which was fixed / A ], and whenever [ crank angle ], and although an air content is calculated from the product of the volume change value between the migration strokes calculated from the physical value of an engine proper in advance (whenever [ crank angle / A ], and whenever [ crank angle ] between B), a real air content is calculated in the form where the effect of surrounding temperature was taken into consideration. next, the gaseous mixture which generally specified the engine by the weight ratio of air and a fuel, i.e., an air-fuel ratio, although fuel quantity was calculated based on the calculated air content -- since concentration influences fuel consumption and exhaust air level, fuel quantity is computed from the air-fuel ratio prescribed to suit the air-fuel ratio defined beforehand with said calculated air content, and an actuation command is taken out to a fuel injection valve.

[0027] The command of injection is serially taken out with the example of drawing 1 from a controller 15 by the fuel injection valve 10 for every cylinder with which the engine is equipped, and a fuel

injection valve 10 operates along with this command.

[0028] By making fuel oil consumption into a parameter, drawing 7 is what showed the relation of differential pressure  $\Delta P$  in whenever [ throttle valve-opening ], and a cylinder, and if the value and throttle opening of differential pressure  $\Delta P$  prescribe the opening time amount width of face of a fuel injection valve, according to each operational status, the fuel quantity specified from the value of differential pressure  $\Delta P$  and the sensor signal value of a throttle opening can calculate it in an instant, and can supply it suitable for each cylinder.

[0029] About ignition-timing control as well as the case of the fuel oil consumption shown in drawing 7, it memorizes beforehand to the storage in a controller by making ignition timing into a parameter due to differential pressure  $\Delta P$  in whenever [ throttle valve-opening ], and a cylinder, and the signal detection of whenever [ this storage value and throttle valve-opening / when considering as the aforementioned parameter ], and each sensor of differential pressure  $\Delta P$  in a cylinder can determine ignition timing.

[0030] Next, the engine control by the signal of whenever [ throttle valve-opening ], and a cylinder internal pressure sensor is explained. The intention of an operator is included in whenever [ throttle valve-opening ]. Then, the air content in a cylinder calculates, fuel quantity calculates from said burden and pressure in this cylinder, and proper fuel quantity comes to be supplied in a cylinder at the same time a control unit 15 incorporates the signal of the valve angle sensor 23 and a burden is presumed by that cause. Drawing 8 is the engine control function block diagram showing actual signal processing, and it is used for the firm belief number of whenever [ firing-pressure and crank angle ] computing an engine load, the air content in a cylinder, a flammability peak pressure location, and an engine speed, respectively whenever [ throttle valve-opening / which is obtained from an engine 1 ].

[0031] Then, fuel quantity, ignition timing, etc. will be controlled, performing operation situation recognition as an operation and a control command. If the signal of the sensor which measures the air-fuel ratio laid to the engine exhaust pipe is incorporated to a control unit 15 at this time as described above, precision is raised further and Air Fuel Ratio Control can be carried out. According to the example of this invention as mentioned above, although accurate engine control is obtained by the signal of the cylinder internal pressure sensor 8, it is the description to use the sensor explained below as this cylinder internal pressure sensor 8 in this example here.

[0032] Drawing 9 is one example of the cylinder internal pressure sensor currently used by this invention, and it is a cross-sectional view according [ accord / this drawing (a) / drawing of longitudinal section / (b) ] to an A-A' line, and in these drawings, 30 divides body material and 31 and, for the 2nd sensor component and 34, as for the male screw section and 36, a mantle member and 35 are [ the section and 32 / the 1st sensor component and 33 / covering device material and 37 ] closure members.

[0033] It is made from metallic materials which have predetermined rigidity, such as steel, and the partition section 31 of that interior which divides the interior of this body material 30 into the pressure detecting element X and the temperature detecting element Y in the center mostly is formed, and, as for the body material 30, the male screw section 35 for attaching in the engine cylinder head etc. is formed in the outside edge by the side of that pressure detecting element X.

[0034] The 1st sensor component 32 and the 2nd sensor component are constituted from a resistance element for wire resistance strain gauges by each, among these the 1st sensor component 32 is attached in the peripheral face of the pressure detecting element X of the body material 30, and a mounting eclipse and the 2nd sensor component 33 are attached in the periphery section of the temperature detecting element Y of the body material 30. The mantle member 34 is made for example, from plastics material etc., and the whole sensor is made to function with the covering device material 36 and the closure member 37 as a bonnet and a container to protect. Next, actuation of this cylinder internal pressure sensor 8 is explained. This cylinder internal pressure sensor 8 is attached and used for the engine cylinder head etc. by the male screw section 35 for mounting, as that pressure detecting element X is open for free passage in an engine cylinder. Then, if an engine is operated and the pressure in a cylinder changes, according to this pressure variation, the pressure in the pressure detecting element X of the body material 30 will also change, consequently stress will work to the pressure detecting element

X of the body material 30, a pressure is followed, it will expand and contract and the dimension of the direction of a path will change.

[0035] when the outer-diameter dimension of the pressure detecting element X changes [ the 1st sensor component 32 ] from mounting \*\*\*\*\* according to the pressure in a cylinder, in the pressure detecting element X of the body material 30, this change will be detected by the 1st sensor component 32 as an electrical signal, therefore the actuation as a cylinder internal pressure sensor will be obtained.

[0036] However, since there is temperature dependence in the 1st sensor component 32 at this time, if temperature changes, an error will be produced in detection of a pressure. Then, as it is made to have been obtained in this example in temperature compensation by the 2nd sensor component 33 and is shown in drawing 10 for this reason, a bridge circuit is formed with the 1st sensor component 32 using AC power supply 37 and resistance elements 38 and 39, and it is \*\*\*\*\* . Although this 2nd sensor component 33 of this is formed in the outside of the temperature detecting element Y of the body material 30, since this temperature detecting element Y is made as a part of body material 30 as well as the pressure detecting element X, it is maintained at the same temperature as the pressure detecting element X. Therefore, cylinder internal pressure can be detected with a sufficient precision, without being influenced of a temperature change by using a bridge circuit, as shown in drawing 10  $R > 0$  since the temperature of this 2nd sensor component 33 is also equal to the temperature of the 1st sensor component 32. Therefore, according to the example of this invention, better exhaust air clarification and the improvement in fuel consumption can be certainly obtained by using the cylinder internal pressure sensor explained by this drawing 9 .

[0037] In addition, although the resistance element for wire resistance strain gauges is used in the above-mentioned example as the 1st sensor component 32 and 2nd sensor component 33, if outer-diameter change of the body material 30 is detectable, what kind of sensor component is sufficient, for example, it can carry out by the electrostatic-capacity sensing element, magnetostrictor, a semi-conductor distorted sensing element, etc.

[0038] By the way, although the pressure detecting element X of the body material 30 is opened for free passage in an engine cylinder as it is, you make it filled up with liquids, such as a silicone oil, in this pressure detecting element X, diaphragms, such as a suitable metallic thin plate, close, and you may make it make cylinder internal pressure act on the pressure detecting-element X wall of the body material 30 through this diaphragm and liquid in the example of drawing 9 . If the pressure detecting element X of the body material 30 is opened for free passage in the cylinder as it is, pressure resonance will occur with the volume of this pressure detecting element X, fear of malfunction by it will arise, but if the liquid is full here, dead volume can decrease, organ pipe oscillation can be stopped, and a still higher detection precision can be acquired.

[0039] By the way, in this invention, as described above, the fuel injection valve which injected the direct fuel is used in the engine cylinder. Then, drawing 11 explains below an example of the fuel injection valve 10 used by this invention. this drawing 11 -- setting -- a fuel injection valve 10 -- electromagnetism -- it has the rod 105 which connects a coil 101, a plunger 102, a bulb 103, and a plunger 102 and a bulb 103, and the lift stopper 104 is attached in the rod 105. and -- this lift stopper 104 -- a plunger 102 -- electromagnetism -- the spacer 106 which specifies the amount of strokes when the ability to pull up up by a diagram with the MAG which a coil 101 generates intervenes.

[0040] electromagnetism -- the coil of a coil 101 is pulled out outside through a terminal 109, and is connected to the fuel-injection-equipment command circuit 18 ( drawing 1  $R > 1$  ). And the interior of a fuel injection valve 10 is connected with the fuel pump which is not illustrated through the fuel-supply section 110, and the fuel of sufficient high pressure to inject a fuel in a cylinder is introduced.

[0041] 111 is a valve seat and a bulb 103 is pushed against this with a spring 107. And the nozzle 112 which injects a fuel to this valve seat 111 is being fixed to the body of a mounting eclipse and a fuel injection valve 10. then, electromagnetism -- if a current is supplied to a coil 101 -- electromagnetism -- since a coil 101 generates a field, electromagnetic force occurs in a plunger 102 by this, a plunger 102 resists the elasticity of a spring 107, it can pull up up and a bulb 103 is separated from a valve seat 111, a fuel will be injected in a cylinder from a nozzle 112.

[0042] By the way, in the fuel injection valve for injecting a direct fuel in such a cylinder, a bulb 103 etc. is put to the elevated temperature of a combustion chamber at the valve seat 111 which has it in a cylinder at a direct mounting eclipse and its head, a nozzle 112, and it, and the temperature amounts also to 300 degrees C.

[0043] Therefore, unless a certain cooling means is given, there is no endurance, and it is not practical. Then, while forming the mantle section 113 outside, the inlet port 114 and the outlet 115 are established in this mantle section 113, and refrigerants, such as air and a liquid, are circulated inside and it is made to have been obtained inside in this fuel injection valve 10 in cooling.

[0044] Therefore, according to this fuel injection valve 10, there is no possibility that a point may become an elevated temperature, and sufficient endurance can be given. In addition, instead of circulating a refrigerant inside, an volatile liquid is enclosed with the interior, heat is moved to it using the latent heat by evaporation and coagulation of this liquid, and you may make it apply the so-called vapor cooling which was made to cool.

[0045]

[Effect of the Invention] Since direct detection of a signal and the combustion condition for every engine cylinder is carried out by the pressure signal whenever [ throttle valve-opening ] according to this invention, By the ability emitting the command whether it agrees in operational status and combustion whose intention it has is performed can judge [ whose ] immediately, and it carries out optimal amount supply of the fuel for every cylinder from a control circuit By applying especially a fuel to the internal combustion engine which supplies in a direct engine cylinder The system which suited the global warming prevention strengthened from now on can be obtained from the field of a fuel economy and exhaust air clarification nature, and improvement in fuel consumption and emission gas purification is fully achieved, and can delay environmental deterioration and fossil fuel exhaustion-ization.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing one example of the engine control system using the cylinder internal pressure sensor by this invention.

[Drawing 2] It is property drawing showing an engine example of a cylinder internal pressure wave.

[Drawing 3] It is the explanatory view of engine valve timing.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the inhalation air content calculation by engine cylinder internal pressure.

[Drawing 5] It is the explanatory view showing an example of the table used for calculation of an inhalation air content in the one example of this invention.

[Drawing 6] It is the flow chart which shows inhalation air data processing by one example of this invention.

[Drawing 7] It is property drawing showing the relation between the cylinder internal pressure difference in one example of this invention, and a throttle-valve opening.

[Drawing 8] It is the functional block diagram of the engine control system in one example of this invention.

[Drawing 9] It is the explanatory view of the cylinder internal pressure sensor currently used in the one example of this invention.

[Drawing 10] It is the circuit diagram showing the detector currently used in the one example of this invention.

[Drawing 11] It is the sectional view showing an example of the fuel injection valve used for the direct fuel injection in a cylinder in the one example of this invention.

[Description of Notations]

- 1 Engine
- 2 Piston
- 3 Cylinder
- 4 Combustion Chamber
- 8 Cylinder Internal Pressure Sensor
- 9 Inlet Pipe
- 10 Fuel Injection Valve
- 11 Throttle Valve
- 12 Crank Angle Sensor
- 13 Exhaust Pipe
- 14 Oxygen Density Sensor
- 15 Controller
- 30 Body Material
- 31 Partition Section
- 32 1st Sensor Component
- 33 2nd Sensor Component

34 Mantle Member  
35 Male Screw Section  
36 Covering Device Material  
37 Closure Member

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

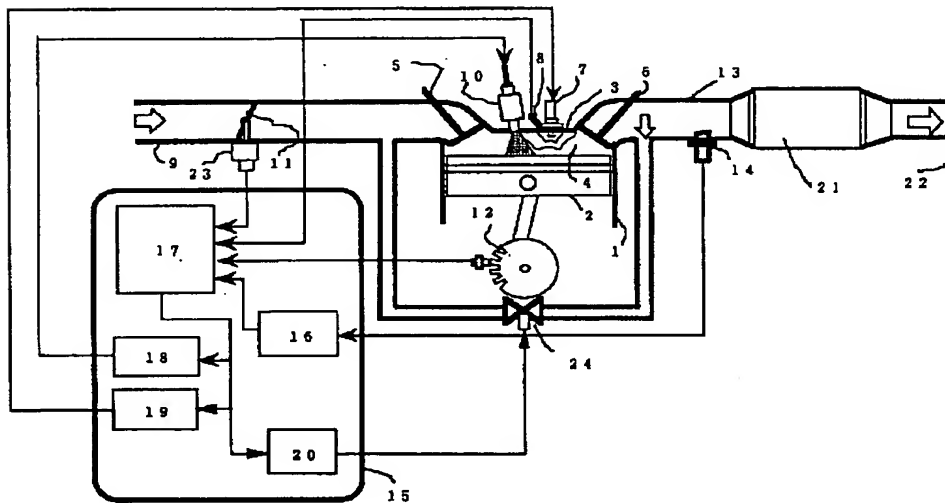
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

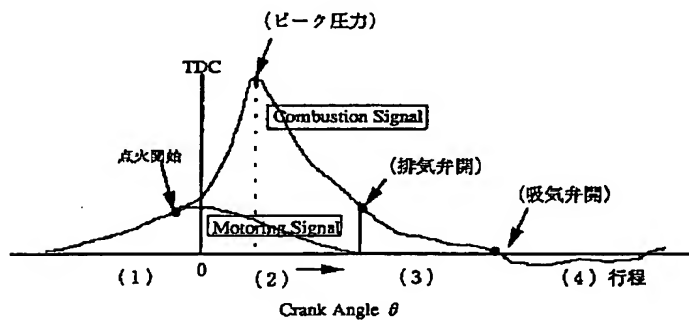
【図1】

本発明で実施したエンジン制御全体構成の一例



[Drawing 2]

【図2】



[Drawing 3]

【図3】

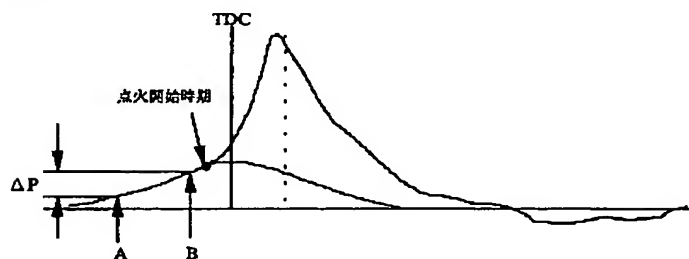
6気筒エンジンの吸排気弁開閉時期の一例

	開弁時期	閉弁時期
吸気弁	20 BTDC	45 ABDC
排気弁	60 BBDC	10 ATDC

BTDC: 上死点前、ATDC: 上死点後  
BBDC: 下死点前、ABDC: 下死点後

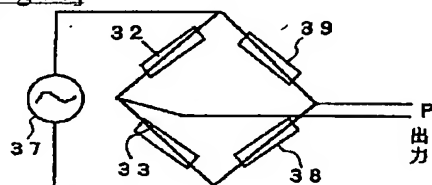
[Drawing 4]

【図4】



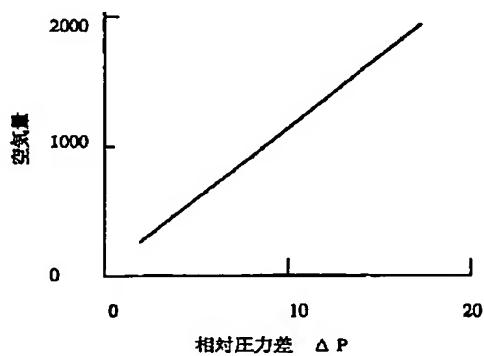
[Drawing 10]

【図10】



[Drawing 5]

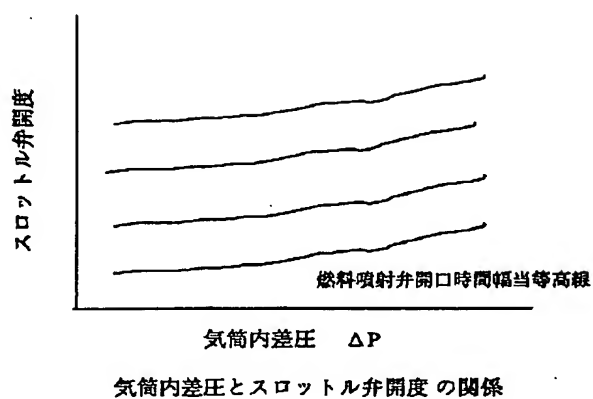
【図5】



吸気行程時の相対圧と空気量との相関

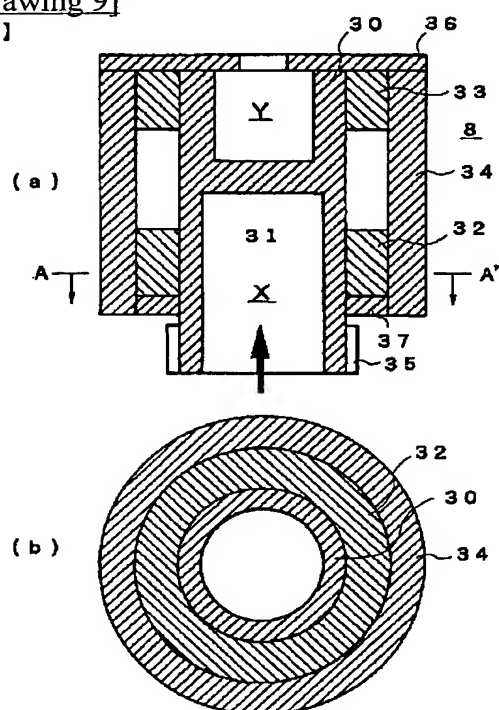
[Drawing 7]

【図7】



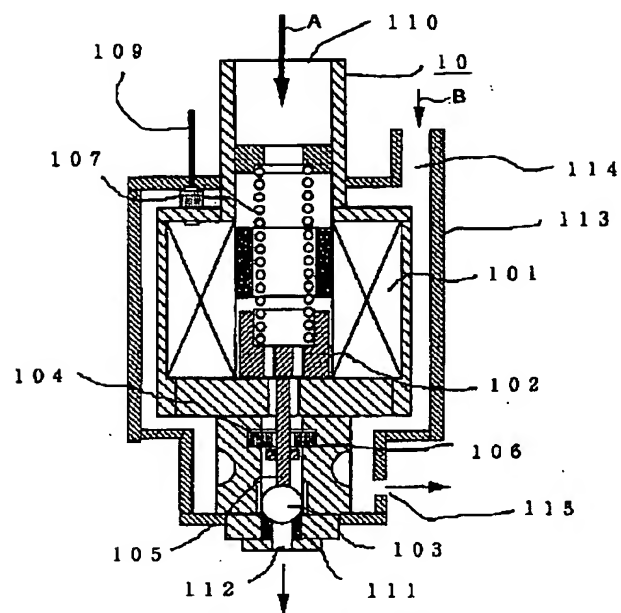
[Drawing 9]

【図9】



[Drawing 11]

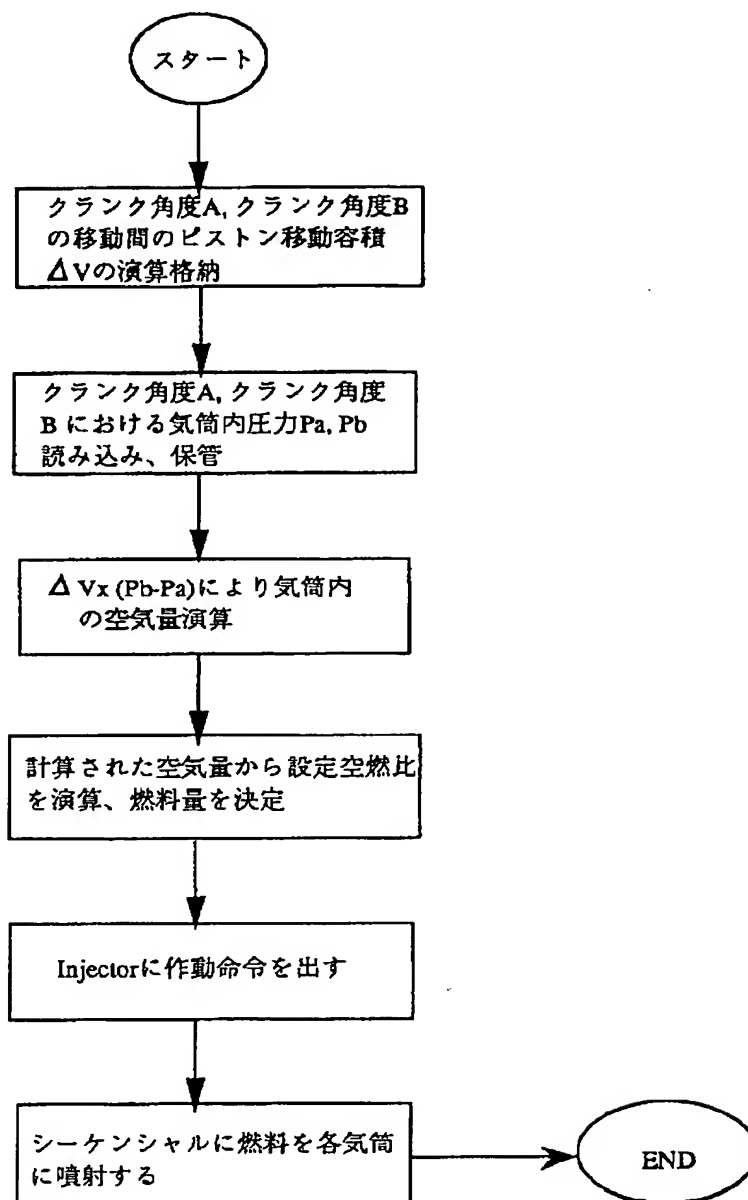
【圖 1 1】



### 燃料直噴式噴射弁の構造

[Drawing 6]

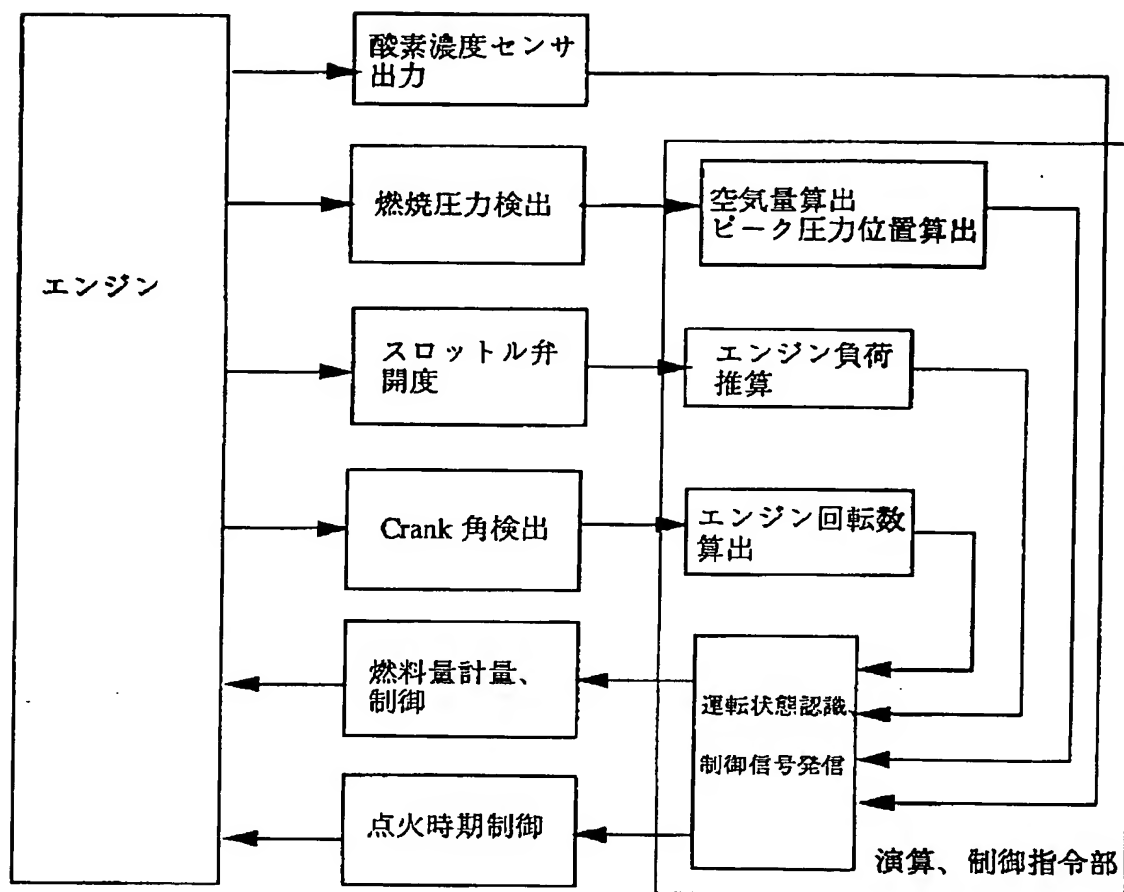
【図6】



空気量演算Flow Chartの一例

[Drawing 8]

【図8】



エンジン制御機能ブロック図

[Translation done.]